

ведутся исследования работы системы газогенератор – топливные элементы.

Появление реальных технических решений в вопросах инфраструктуры, а также создание нормативной базы, позволят развить рынок энергоэффективного транспорта на территории Российской Федерации.

Список использованных источников

1. Водород в энергетике : учеб. пособие / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 229 с.
2. Месяц Г. А., Прохоров М. Д. Водородная энергетика и топливные элементы // Вестник Российской академии наук. 2004. Т. 74. № 7. С. 579–597.
3. BATTERIES OR HYDROGEN? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.riversimple.com/batteries-hydrogen-wrong-question/> (дата обращения 20.11.2017)
4. Hydrogen Refuelling Stations Worldwide [Электронный ресурс]. URL: <https://www.netinform.net/h2/H2Stations/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2017)
5. О решениях по итогам совещания о развитии электрического и беспилотного транспорта: поручения Правительства РФ (резолуция от 21 июля 2017 года № ДМ-П9-50пр): [Электронный ресурс] URL: <http://government.ru/orders/selection/401/28778/> (дата обращения 20.11.2017)

УДК 621.039

СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

EMERGENCY HEAT REMOVAL SYSTEM FROM FAST NEUTRON REACTORS

Лазаренко О. В., Щеклеин С. Е.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

oxanalazar@gmail.com

Lazarenko O. V., Shcheklein S. E.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрены существующие и проектная системы аварийного охлаждения реакторов на быстрых нейтронах.

Abstract: In work the existing and design systems of an emergency heat removal from reactors on fast neutrons are considered.

Ключевые слова: реактор на быстрых нейтронах, система аварийного отвода тепла, аварийный режим, система безопасности, пассивная система.

Key words: fast reactor, emergency heat removal system, emergency mode, safety system, passive system.

Современные нормы в области атомной энергетики предъявляют повышенные требования к безопасности и надежности. Поэтому проектами энергоблоков с РУ БН должны быть предусмотрены технические средства и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность при авариях, связанных с выходом из строя технологического оборудования. Одной из таких систем является система аварийного охлаждения реактора.

Система аварийного расхолаживания реактора (САРХ) предназначена для отвода остаточных тепловыделений от активной зоны к конечному поглотителю (атмосферному воздуху) при отсутствии возможности выполнения этой функции системами нормальной эксплуатации (через третий контур) в аварийных режимах, связанных с:

- потерей системного электроснабжения;
- прекращением подачи питательной воды на все парогенераторы, в том числе: срыв вакуума в конденсаторе турбины, разрыв коллектора перегретого пара;
- сейсмическим воздействием.

При создании системы реализованы следующие принципы, регламентируемые требованиями современных нормативных документов по безопасности: многоканальность, резервирование, независимость, постоянная готовность, пассивность, благоприятное с точки зрения возможности развития естественной циркуляции расположение оборудования.

Рассмотрим эволюцию систем аварийного отвода тепла (САОТ) от существующих РУ БН-600 и БН-800 и до проектной РУ БН-1200 [1–3].

БН-600. САРХ была реализована в рамках продления срока эксплуатации. Расхолаживание реактора осуществляется при естественной циркуляции натрия по 1 контуру, принудительной циркуляции натрия по части 2 контура, с использованием электромагнитного насоса (ЭМН), и принудительном охлаждении воздушным теплообменником (ВТО) воздухом с помощью газодувки.

САРХ-ВТО представляет собой дополнительную автономную натриевую петлю, подключенную к ПТО петли № 5 РУ БН-600, которая позволяет осуществлять циркуляцию натрия второго контура через этот ПТО и теплоотвод воздухом в атмосферу.

В состав САРХ-ВТО входят:

- ВТО для охлаждения циркулирующего через него натрия второго контура атмосферным воздухом;
- два ЭМН для обеспечения циркуляции натрия второго контура через ВТО;
- два радиальных сейсмостойких вентилятора с системой плавного пуска, обеспечивающих необходимый расход охлаждающего воздуха через ВТО;
- запорная арматура;
- натриевые трубопроводы, воздухопроводы;
- и др.

БН-800. САРХ предусмотрена проектом. Кроме прямого назначения, САРХ используется также для отвода остаточных тепловыделений от остановленного реактора на конечном этапе расхолаживания (через трое суток после планового или аварийного останова).

САРХ состоит из трех независимых каналов, в состав каждого из которых входят:

- два ЭМН;
- два ВТО;

- натриевые трубопроводы обвязки;
- смесители.

Основными режимами САРХ являются:

- режим *готовности* (готовность к выполнению функции расхолаживания реактора);
- режим *аварийного расхолаживания* (выполнение функции расхолаживания реактора при возникновении аварийных ситуаций с потерей теплоотвода через третий контур);
- режим *расхолаживания после планового останова* (выполнение функции отвода остаточных тепловыделений от реактора после планового останова энергоблока).

БН-1200. САОТ функционирует в соответствии с пассивным принципом действия при естественной циркуляции натрия через встроенные в бак реактора теплообменники (первый и промежуточный контуры) и при самотяге воздуха через теплообменники «натрий-воздух» (ВТО).

Установка БН-1200 имеет четыре автономные петли САОТ. Каждая петля САОТ является независимым каналом безопасности.

В состав канала безопасности входят:

- автономный теплообменник (АТО) находится в корпусе реактора, предназначенный для передачи тепла от натрия 1 контура натрию 2 контура петли САОТ;
- обратный клапан (в нижней камере АТО);
- трубопровод «обратный клапан АТО - напорная камера»;
- ВТО, предназначенный для передачи тепла от натрия 2 контура САОТ в незамкнутый контур атмосферного воздуха;
- трубопроводы натрия промежуточного контура;
- воздушный шибер, предназначенный для открытия-перекрывания воздушного тракта;
- вытяжная труба САОТ.

Естественная циркуляция натрия 1 и 2 контуров через АТО в петле САОТ происходит вследствие разности отметок расположения «АТО – активная зона» и «АТО – ВТО» соответственно.

Выводы. Эволюционное развитие систем аварийного отвода тепла от активных зон реакторов на быстрых нейтронах позволило создать полностью энергонезависимую (пассивную) систему.

Список использованных источников

1. Отчет по углубленной оценке безопасности энергоблока № 3 Белоярской АЭС.
2. Системы безопасности: окончательный отчет по обоснованию безопасности энергоблока № 4 Белоярской АЭС; т. 12, кн. 1, разд. 12 / ОАО «ОКБМ Африкантов». – Н. Новгород, 2013. – 198 с.
3. Рогожкин С. А., Крылов А. Н., Осипов С. Л., Сазонова М. Л., Шепелев С. Ф., Шмелев В. В. Численное моделирование процесса расхолаживания реактора БН-1200 / ОАО «ОКБМ Африкантов», Нижний Новгород; ООО «ТЕСИС», Москва [Электронный ресурс] URL: http://tesis.com.ru/infocenter/downloads/flowvision/fv_es13_okbm-tesis.pdf (дата обращения 25.11.2017).

УДК 697

**РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ
ТЕПЛООБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО
КОРПУСА**

**DEVELOPMENT OF THE SOLAR PLANT FOR HEAT
SUPPLYING OF THE EDUCATIONAL LABORATORY CAMPUS**

Швецов М. А., Бесов В. В., Велькин В. И.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
mikle945@yandex.ru

Shvetsov M. A., Besov V. V., Velkin V. I.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Рассматривается теплогенерирующая установка с использованием плоских солнечных коллекторов, обеспечивающая горячее водоснабжение учебно-лабораторного корпуса кафедры ТГиВ УрФУ за счет возобновляемой (солнечной) энергии. Представлена схема, характеристики,